

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

: **Confirmation No. 4090**

Kazuto HIROKAWA et al.

: Docket No. 2003-0960A

Serial No. 10/617,789

: **ATTN: BOX MISSING PARTS**

Filed July 14, 2003

:

SUBSTRATE POLISHING APPARATUS

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2003-143526, filed May 21, 2003, and Japanese Patent Application No. 2003-143527, filed May 21, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

Certified copies of said Japanese Patent Applications are submitted herewith.

Respectfully submitted,

Kazuto HIROKAWA et al.

By

Nils E. Pedersen
Registration No. 33,145
Attorney for Applicants

NEP/krp
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
January 26, 2004

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY FEES FOR THE
FEES FOR THIS APPLICATION TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 28-0975

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 5月21日
Date of Application:

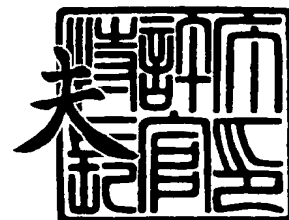
出願番号 特願2003-143526
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-143526]

出願人 株式会社荏原製作所
Applicant(s): 株式会社島津製作所

2003年 7月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3059867

【書類名】 特許願

【整理番号】 EB3112P

【提出日】 平成15年 5月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B24B 37/04

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 廣川 一人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 小林 洋一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 中井 俊輔

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 大田 真朗

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津
製作所内

【氏名】 佃 康郎

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社 荏原製作所

【代表者】 依田 正稔

【特許出願人】

【識別番号】 000001993

【氏名又は名称】 株式会社島津製作所

【代理人】

【識別番号】 100091498

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100093942

【弁理士】

【氏名又は名称】 小杉 良二

【選任した代理人】

【識別番号】 100109896

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 友宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【包括委任状番号】 0018636

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板研磨装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板が押圧される研磨テーブルと、
前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、
前記基板から反射光を受光する投受光装置と、
前記研磨テーブルの投受光箇所に設けられる流体室へ、前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給路と、
前記流体室への前記測定用流体の供給を制御する流体供給制御装置と、
を有することを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 2】 前記流体供給制御装置は、前記流体室と前記基板の位置関係に応じて、前記流体室への前記測定用流体の供給を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 3】 前記流体供給制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間に、前記測定用流体を前記流体室に噴射することを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 4】 前記流体供給制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞されない非閉塞期間に、噴射時よりも少ない流量の測定用流体を前記流体室に供給することを特徴とする請求項 3 に記載の基板研磨装置。

【請求項 5】 前記流体室と前記基板の位置関係に応じて、前記流体室内の流体の強制排出を制御する強制排出制御装置を有することを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 6】 前記強制排出制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間に前記流体室内の流体を強制排出することを特徴とする請求項 5 に記載の基板研磨装置。

【請求項 7】 前記強制排出制御装置は、前記閉塞期間が終わった後の所定の閉塞後期間にも前記流体室内の流体の強制排出を継続することを特徴とする請求項 6 に記載の基板研磨装置。

【請求項 8】 前記強制排出制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞

される前の所定の閉塞前期間には、前記流体室内の流体の強制排出を制限することとを特徴とする請求項 5 に記載の基板研磨装置。

【請求項 9】 基板が押圧される研磨テーブルと、

前記研磨テーブルから前記基板に光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、

前記研磨テーブルの投受光箇所に設けられる流体室へ、前記光および前記反射光が透過する流体を導く噴射用の第 1 の流路と、

前記流体室へ前記流体を導く前記噴射用の第 1 の流路よりも絞られた低流量用の第 2 の流路と、

前記流体が導かれる第 1、第 2 の流路を切り替える流路切替装置と、

を有することを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 10】 基板が押圧される研磨面を有する研磨テーブルと、

前記研磨テーブルの研磨面へ流体を供給する流路を有し、

前記流路は大流量用の流路と低流量用の流路を有することを特徴とする基板研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光を利用する基板測定装置を備えた基板研磨装置に関し、特に、基板測定が研磨プロセスへ与える影響を低減する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体製造プロセスにおいては、基板表面を平坦かつ鏡面にするために基板研磨装置が用いられている。基板研磨装置は、回転する研磨テーブルを有しており、研磨テーブルの研磨面に基板が押し付けられる。そして、研磨中に基板上の膜の測定を行う装置として、光を利用する基板測定装置が提案されている。例えば、膜厚を測定し、膜厚に基づいて研磨の終了時点を判定することができる。

【0003】

この種の基板測定装置の一つとして、水流タイプの装置が提案されている。例

えば、特開 2001-235311 号公報（特許文献 1）は、研磨テーブル内に水供給路を有する基板測定装置を開示している。水供給路の出口が研磨面に設けられており、水供給路を通じて水が基板に噴射される。水流内には、2 本の光ファイバが配置されている。一方の光ファイバを介して測定光が基板に投光され、他方の光ファイバに基板からの反射光が受光される。そして、反射光に基づいて膜厚が計算される。

【0004】

【特許文献 1】

特開 2001-235311 号公報（第 3、4 頁、図 1）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

水流式の基板測定装置は、研磨パッドの貫通穴に水を供給しており、これにより、研磨テーブルと基板の間から貫通穴に流入してくるスラリを希釈でき、また、基板に付着しているスラリを洗浄できる。このようにして、測定へのスラリの影響が低減され、要求される測定能力が確保される。

【0006】

しかしながら、測定能力の要求を満たすためには、大量の水の供給が求められる。測定用の水が貫通穴から研磨パッドの表面（研磨面）へ流出すると、スラリが希釈されてしまう。そして、スラリの希釈は、研磨性能に影響を及ぼす可能性がある。

【0007】

上記の水流出についてさらに説明すると、水供給路が基板に塞がれていれば、水の流出量は比較的小さい。しかし、従来提案されている基板研磨装置では、基板の位置が研磨テーブルの回転中心から離れていることが多く、水供給路が常に基板により塞がれているわけではない。すなわち、研磨テーブルの回転に応じて、水供給路が塞がれる期間と、塞がれない期間が交互に存在する。そして、水供給路が基板により塞がれない期間には、水の流出量が増大し、スラリが希釈され、研磨性能に影響を受ける。

【0008】

本発明は上記背景の下でなされたものであり、研磨性能への測定用流体の影響を低減可能な基板研磨装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の第1の態様において、基板研磨装置は、基板が押圧される研磨テーブルと、前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、前記研磨テーブルの投受光箇所にはけられる流体室へ、前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給路と、前記流体室への前記測定用流体の供給を制御する流体供給制御装置と、を有する。

【0010】

本発明によれば、流体室への測定用流体の供給が制御されるので、測定能力が確保される範囲で流体供給を制限することができる。したがって、測定用流体の流出を低減し、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

【0011】

好ましくは、前記流体供給制御装置は、前記流体室と前記基板の位置関係に応じて、前記流体室への前記測定用流体の供給を制御する。

【0012】

本発明によれば、流体室と基板の位置関係に応じて測定用流体の供給を制御して、測定能力が確保される範囲で流体供給を制限することができる。したがって、測定用流体の流出を低減し、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

【0013】

本発明において、流体室は、例えば、研磨テーブルの研磨パッドに開けられた貫通穴で構成される。しかし、流体室はこれに限定されない。流体室は、流体供給路の出口部分の空間であればよい。したがって、流体室と流体供給路の境界が明確である必要はない。流体供給路の終端付近の領域が流体室であってもよい。

【0014】

好ましくは、前記流体供給制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間に、前記測定用流体を前記流体室に噴射する。

【0015】

上記の閉塞期間は、流体室が基板に面している期間であり、測定が行われる期間である。また、閉塞期間は、基板により流体室が塞がれているので、測定用流体を噴射しても、流体室からの流出量は少ない。したがって、流出量を少なく抑えつつ、大量の測定用流体が供給される状態で基板を測定できる。

【0016】

本発明の範囲内で、閉塞期間以外の期間には、測定用流体の供給を停止して、測定用流体の流出を止めてもよいが、下記のように低流量の供給が行われてもよい。

【0017】

すなわち、好ましくは、前記流体供給制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞されない非閉塞期間に、噴射時よりも少ない流量の測定用流体を前記流体室に供給する。

【0018】

本発明によれば、非閉塞期間に低流量の流体が流体室に供給されるので、非閉塞期間における流体室へのスラリの侵入が制限される。そのため、例えば測定用ファイバーが設けられる構成では、測定用ファイバ表面、特にファイバ端へのスラリ付着を防止できる。

【0019】

好ましくは、本発明の基板研磨装置は、前記流体室と前記基板の位置関係に応じて、前記流体室内の流体の強制排出を制御する強制排出制御装置を有する。

【0020】

本発明によれば、流体室と基板の位置関係に応じて、流体室内の流体の強制排出が制御されるので、測定能力が確保される範囲で強制排出を行うことができる。これにより、測定用流体の流出を低減し、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

【0021】

好ましくは、前記強制排出制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間に前記流体室内の流体を強制排出する。

【0022】

本発明によれば、閉塞期間に流体室に供給される大量の流体室内の流体を強制排出し、測定用流体の流出量を低減できる。

【0023】

好ましくは、前記強制排出制御装置は、前記閉塞期間が終わった後の所定の閉塞後期間にも前記流体室内の流体の強制排出を継続する。

【0024】

本発明によれば、閉塞期間が終わった後の閉塞後期間も強制流出を継続して、閉塞後期間における測定用流体の流出量を低減できる。

【0025】

好ましくは、前記強制排出制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される前の所定の閉塞前期間には、前記流体室内の流体の強制排出を制限する。

【0026】

本発明によれば、閉塞前期間に強制排出が制限されるので、閉塞前期間には流体室の測定用流体の量を増大し、流体を測定用流体で概ね満たすことができる。好適には低流量の流体供給により流体室が測定用流体で満たされる。これにより、研磨テーブル上で流体室が基板下方に突入する直前に存在するスラリ溜り（スラリの溜まった部分）に流体室が到達したときに流体室へと流入するスラリの量を低減できる。スラリ溜りを通過するときのスラリ流入量の低減により、基板を流体室が通過するときの測定性能の向上が図れる。

【0027】

なお、スラリ溜りの大きさは、スラリおよび研磨パッド等の仕様に依じて異なり、スラリ溜りが殆ど発生しない場合もある。このような場合にも、本発明によれば、流体室が基板により閉塞される前に流体室の流体を増加させることで、測定性能の向上が図れる。例えば、基板の下方に流体室が突入するとき巻き込まれる気泡を低減可能である。

【0028】

本発明の別の態様に係る基板研磨装置は、基板が押圧される研磨テーブルと、前記研磨テーブルから前記基板に光を投光し、前記基板から反射光を受光する投

受光装置と、前記研磨テーブルの投受光箇所にて設けられる流体室へ、前記光および前記反射光が透過する流体を導く噴射用の第1の流路と、前記流体室へ前記流体を導く前記噴射用の第1の流路よりも絞られた低流量用の第2の流路と、前記流体が導かれる第1、第2の流路を切り替える流路切替装置と、を有する。

【0029】

本発明によれば、噴射用の第1の流路と低流量用の第2の流路が切り替えられる。噴射と低流量供給の切替により、上述した本発明の利点が得られる。

【0030】

本発明の別の態様に係る基板研磨装置は、基板が押圧される研磨面を有する研磨テーブルと、前記研磨テーブルの研磨面へ流体を供給する流路を有し、前記流路は大流量用の流路と低流量用の流路を有する。本発明によっても、大流量用と低流量用の流路を設けることで流量の好適な制御ができる。

【0031】

本発明の別の態様に係る基板研磨装置は、基板が押圧される研磨テーブルと、前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、前記研磨テーブルの投受光箇所に設けられる流体室へ、前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給路と、前記流体室への前記測定用流体の供給を制御し、前記測定用流体を噴射する噴射モードと、前記噴射モードより流量が少ない低流量モードを切り替える流体供給制御装置と、前記流体室内の流体の強制排出を制御する強制排出制御装置と、を有する。前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間には、前記流体供給制御装置が前記噴射モードを設定し、前記強制排出制御装置が前記測定室内の流体を強制排出し、前記流体室が前記基板により閉塞される前の所定の閉塞前期間には、前記流体供給制御装置が前記低流量モードを設定し、前記強制排出制御装置が前記測定室内の流体の強制排出を制限し、前記基板による前記流体室の閉塞が終わった後の所定の閉塞後期間には、前記流体供給制御装置が前記低流量モードを設定し、前記強制排出制御装置が前記測定室内の流体を強制排出する。

【0032】

本発明によれば、閉塞期間には、流体の噴射と共に強制排出が行われる。したがって、流出量を少なく抑えつつ、十分な量の測定用流体を用いた測定ができる。また、閉塞前期間には、低流量の供給を行い、かつ、強制排出が制限される。したがって、閉塞前期間内に流体室の測定用流体の量を増大でき、測定室が基板下方に突入する直前にスラリ溜りを通過するときに流体室に流入するスラリ量を低減できる。さらに、閉塞後期間には、低流量の供給を行い、かつ、強制排出が行われる。したがって、流出量を少なく抑えつつ、流体室へのスラリの侵入を制限できる。このようにして、本発明によれば、測定能力を確保しながら、測定用流体の流出量を低減して、研磨性能への影響を低減できる。

【0033】

好ましくは、研磨プロセスの終了後は、前記流体供給制御装置が前記低流量モードを設定し、前記強制排出制御装置が前記流体室の流体の強制排出を制限する。

【0034】

本発明によれば、研磨プロセスの終了後は、低流量の供給が行われ、かつ、強制排出が制限されるので、流体室に測定用流体が存在する状態を保持できる。

【0035】

以上に、本発明の各種の態様を説明したが、本発明は上記の基板研磨装置に限定されない。例えば、本発明の別の態様は、上記の基板研磨装置に備えられる基板測定装置である。また、本発明の別の態様は、上記の基板研磨装置を備えた基板処理装置である。また、本発明の別の態様は、基板研磨装置による基板研磨方法および基板測定装置による基板測定方法である。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0037】

図1は、本実施の形態の基板研磨装置を示している。基板研磨装置10は、いわゆる化学的機械的研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）装置であり、研磨テーブル12とトップリング14を有する。研磨テーブル12には、研

磨面 16 を有する研磨パッド 18 が取り付けられている。トップリング 14 は、下面で基板 20 を支持しており、基板 20 と共に回転する。そして、トップリング 14 は、研磨テーブル 12 の中心から離れた位置で基板 20 を研磨パッド 18 に押し付ける。研磨パッド 18 と基板 20 の間には研磨用のスラリが供給される。基板 20 は、スラリの存在下で、研磨テーブル 12 の研磨パッド 18 に押し付けられた状態で回転し、さらに、研磨テーブル 12 が回転し、これにより基板 20 が研磨される。研磨パッド 18 としては、発泡ポリウレタン製、不織布タイプ、またはスエードタイプの研磨クロスのほか、研磨砥粒をエポキシ等のバインダ材で固めて形成した固定砥粒タイプを用いることができる。

【0038】

基板研磨装置 10 は、基板 20 に形成された薄膜の研磨に用いられる。薄膜の厚さが所定の値になった時点で研磨が終了する。終了時点の判定を本実施の形態では、終点検知 (end point detection) という。終点検知のために、基板研磨装置 10 は、以下に説明する膜厚測定装置 22 を備えている。

【0039】

膜厚測定装置 22 は、本発明の基板測定装置の一形態である。測定対象の膜は、例えば酸化シリコン膜である。膜厚測定装置 22 は、研磨テーブル 12 に内蔵されたセンサ 24 を有し、さらに、研磨テーブル 12 の下面に取り付けられた電源ユニット 26、コントローラユニット 28、光源ユニット 30 およびフォトメータユニット 32 を有する。

【0040】

電源ユニット 26 は、ロータリーコネクタ 34 を介して電力を受け取り、膜厚測定装置 22 の各構成に電力を供給する。コントローラユニット 28 は膜厚測定装置 22 の全体を制御する。光源ユニット 30 はセンサ 24 に測定光を供給し、測定光はセンサ 24 にて基板 20 に照射される。センサ 24 は、基板 20 からの反射光を受光し、フォトメータユニット 32 に送る。測定光および反射光の伝達部材は共に光ファイバである。フォトメータユニット 32 では、光信号が電気信号に変換される。この電気信号がコントローラユニット 28 で処理される。

【0041】

コントローラユニット 28 は、ロータリーコネクタ 34 を介して光学指標計算部 36 に接続され、光学指標計算部 36 は光学指標判定部 38 に接続されている。コントローラユニット 28 で処理された信号は光学指標計算部 36 に送られ、光学指標計算部 36 で膜厚、反射強度、スペクトル等の光学指標が計算される。光学指標判定部 38 は、膜厚等の光学指標の判定を行い、そして、膜厚が所定の値に達したか否かの終点検知を行う。判定結果は、基板研磨装置 10 の全体を制御する研磨制御部 40 に送られる。

【0042】

膜厚測定装置 22 は、さらに、センサ 24 に測定用流体を供給するための供給路 42 と、センサ 24 から測定用流体を排出するための排出路 44 を有する。供給路 42 は、ロータリージョイント 46 を介して、図示されないタンクに接続されている。また、排出路 44 は、測定室内の流体を排出するポンプ 48 に接続されている。ポンプ 48 により測定用流体が排出され、また、測定室に流入するスラリー等の研磨液も排出される。

【0043】

本実施の形態では、測定用流体は純水であり、純水は、基板研磨装置が備えられる工場等の施設に備えられるタンクから供給されてよい。また、供給路 42 および排出路 44 は適当な配管等で構成される。供給路 42 および排出路 44 は、研磨テーブル 12 に内に設けられたジャケットを含んでもよい。

【0044】

供給路 42 は、図示のように並列部 50 を有し、並列部 50 は主流路 52 および副流路 54 からなる。そして、主流路 52 および副流路 54 には供給制御弁 56、58 が設置されている。主流路 52 は、大流量の純水の供給によってセンサ 24 で純水を噴射するために用いられる。一方、副流路 54 にはオリフィス（図示せず）が設けられており、副流路 54 は低流量の純水の供給に用いられる。低流量供給と噴射の切替のために、供給制御弁 56、58 が開閉される。

【0045】

さらに、排出路 44 には排出制御弁 60 が設置されている。排出制御弁 60 は、強制排出タイミングの制御のために使われる。排出制御弁 60 および供給制御

弁56、58は電磁弁であり、図示されないが電磁弁ユニットを構成する。この電磁弁ユニットは、他のユニットと同じく研磨テーブル12の下面に取り付けられている。

【0046】

基板研磨装置10は、さらに、研磨テーブル12内に冷却用のウォータージャケット62を有する。ウォータージャケット62はロータリージョイント46を介して図示されない水タンクに接続されている。

【0047】

図2は、センサ24の構成例を示している。既に説明したように、研磨テーブル12に研磨パッド18が載せられており、研磨パッド18に基板20が接触する。研磨テーブル12には、供給路42および排出路44が並んで設けられている。そして、供給路42の供給口64および排出路44の排出口66が、研磨テーブル12の上面に位置している。研磨パッド18は貫通穴68を有しており、これにより、供給口64および排出口66が露出する。

【0048】

供給路42には、投光用光ファイバ70および受光用光ファイバ72が並んで配置されている。投光用光ファイバ70および受光用光ファイバ72は、光源ユニット30およびフォトメータユニット32（図1）に接続されている。そして、投光用光ファイバ70は、光源ユニット30から供給された測定光を基板20に照射する。受光用光ファイバ72は、基板20からの反射光を受光し、反射光をフォトメータユニット32へ伝える。

【0049】

上記のセンサ24では、純水等の測定用流体が、供給口64から供給され、排出口66から排出されている。貫通穴68の内部が純水等で満たされ、研磨用のスラリの貫通穴68への侵入が制限される。これにより、貫通穴68の内部が透明に保たれるので、測定光を使った膜測定が良好に行える。

【0050】

図3は、基板研磨装置10を備えた基板処理装置の全体構成を示している。基板処理装置80は、基板カセット保持部82、基板移動装置84および洗浄室8

6を基板研磨装置10と共に備えている。被研磨体である基板は、基板カセット保持部82から基板研磨装置10に送られる。そして、研磨後の基板は、洗浄室86で洗浄および乾燥され、基板カセット保持部82に戻される。

【0051】

また、基板処理装置80は、基板研磨装置10が設けられた部屋に、作業用窓88を有する。基板研磨装置10には、基板を支持するトップリング14が備えられている。また、研磨テーブル12を挟んでトップリング14と向き合うようにドレッサ15が備えられている。スラリはノズル90を通して研磨テーブル12へ供給される。ノズル90は、スラリ容器からスラリを供給するスラリ供給管を構成しており、すなわち、スラリ供給装置を構成している。測定用流体は、図示されないが、研磨テーブル12へと下側から供給される。

【0052】

以上に、本実施の形態の基板研磨装置10の全体構成を、センサ24の構成と共に説明した。次に、本実施の形態の特徴的構成について説明する。

【0053】

図4は、純水等の測定用流体の供給および排出の制御に関する構成を示している。既に説明した通り、研磨パッド18には貫通穴68が設けられており、貫通穴68へと供給路42および排出路44が連通している。供給路42には、投光用光ファイバ70および受光用光ファイバ72が配置されている。

【0054】

また、供給路42は並列部50を有し、並列部50は主流路52および副流路54からなる。副流路54にはオリフィス92が設けられており、これにより流路が絞られている。主流路52には噴射制御弁V1が設置され、副流路54には低流量制御弁V2が設置されている。噴射制御弁V1および低流量制御弁V2は、図1の供給制御弁56、58に対応し、主流路52と副流路54の切替装置を構成している。

【0055】

供給路42には、基板研磨装置10が備えられる施設の配管から送られてくる純水が導かれる。そして、供給路42から貫通穴68への供給量は以下のように

設定されている。すなわち、主流路 52 の噴射制御弁 V1 が開き、副流路 54 の低流量制御弁 V2 が閉じるとき、流量が $50 \sim 200 \text{ cc/min}$ であり、低流量制御弁 V2 が開き、噴射制御弁 V1 が閉じるとき、流量が 50 cc/min 以下になるように、供給路 42 が構成されている。このような構成により、主流路 52 を用いて貫通穴 68 に純水が噴射され、副流路 54 を用いて貫通穴 68 に低流量の純水が供給される。

【0056】

一方、排出路 44 には、ポンプ 48 が設置され、さらに、排出制御弁 V3 が設置されている。排出制御弁 V3 は、図 1 の排出制御弁 60 に対応する。また、ポンプ 48 は、本実施の形態では定量ポンプである。そして、ポンプ 48 の排出量は、噴射時の供給量の $\pm 20\%$ 以内に設定されている。好ましくは、供給量が排出量以上に設定され、これにより、測定時の十分な水量が確保される。ただし、本発明の範囲内でポンプ 48 は定量ポンプに限定されず、定圧ポンプも適用可能である。

【0057】

噴射制御弁 V1、低流量制御弁 V2 および排出制御弁 V3 の開閉は、コントローラユニット 28 により制御される。コントローラユニット 28 には、回転角センサ 94 が接続されている。回転角センサ 94 は、研磨テーブル 12 の回転方向の角度位置を検出する。コントローラユニット 28 は、回転角センサ 94 の検出信号に基づいて、噴射制御弁 V1、低流量制御弁 V2 および排出制御弁 V3 の開閉を制御する。

【0058】

ここで、研磨テーブル 12 に対する基板 20 の位置は決まっている。また、貫通穴 68 は研磨テーブル 12 と共に回転する。したがって、コントローラユニット 28 は、研磨テーブル 12 の角度位置を用いることにより、貫通穴 68 と基板 20 の位置関係に応じて噴射制御弁 V1、低流量制御弁 V2 および排出制御弁 V3 を制御できる。このとき、回転角センサ 94 は、研磨テーブル 12 の回転角を検出することで、貫通穴 68 と基板 20 の位置関係を検出するセンサまたは手段として機能する。

【0059】

上記構成においては、貫通穴68が本発明の流体室に相当する。また、投光用光ファイバ70および受光用光ファイバ72が、測定光の投光と反射光の受光を行う投受光装置を構成している。供給路42および排出路44は、純水等の測定用流体の供給装置および排出装置である。また、噴射制御弁V1および低流量制御弁V2が、コントローラユニット28とともに流体供給制御装置を構成しており、同様に、排出制御弁V3がコントローラユニット28とともに流体排出制御装置を構成している。さらに、供給路42の主流路52および副流路54が、噴射用の流路および低流量用の流路に相当する。

【0060】

次に、図5～図8を参照し、コントローラユニット28による供給および排出制御を説明する。

【0061】

図5は、貫通穴68（流体室）と基板20の位置関係を示している。上述したように、研磨テーブル12に対する基板20の位置が決まっており、かつ、貫通穴68は研磨テーブル12と共に回転する。したがって、貫通穴68と基板20の位置関係は、貫通穴68の回転方向の角度位置 θ で表される。図5では、研磨テーブル12の中心と基板20の中心を結ぶ線上に貫通穴68が位置するとき、貫通穴68の角度位置 θ が0度であるとする。

【0062】

図5において、 $\theta = \theta_1$ のとき、貫通穴68の端が基板20に到達し、貫通穴68が基板20に覆われ始める。そして、 $\theta = \theta_2$ のとき、貫通穴68が完全に基板20を通過し、貫通穴68の全体が基板20に覆われなくなる。したがって、 $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$ の期間では、基板20が貫通穴68の上に位置する。この期間を本実施の形態では「閉塞期間」という。閉塞期間以外の期間は、貫通穴68が基板20により閉塞されない期間であり、図示のように「非閉塞期間」と呼ぶ。「非閉塞期間」は、「閉塞前期間」と「閉塞後期間」の2つに分けられる。

【0063】

閉塞前期間は、貫通穴68が基板20により閉塞される前の所定の期間である

。本実施の形態では、閉塞前期間は、 $\theta 0 \leq \theta < \theta 1$ に設定されている。そして、 $\theta 0$ は -120 度に設定されている。

【0064】

一方、閉塞後期間は、基板 20 による貫通穴 68 の閉塞が終わった後の所定の期間である。閉塞後期間は、図 5 では、 $\theta 2 < \theta < \theta 3$ の期間である。 $\theta 3$ は 240 度 ($= 360 + \theta 0$) であり、したがって、閉塞後期間が終わると、次の閉塞前期間が始まる。

【0065】

ここで、上記の閉塞期間は、より詳細には以下のように設定されてよい。

【0066】

図 6 は、基板 20 を支持するトップリング 14 の構成を示している。図示のように、一般のトップリング 14 は、基板 20 を装着する支持面にガイドリング 96 を有している。そして、基板 20 の周囲はガイドリング 96 で囲まれる。このような場合に、上記の「閉塞期間」は、貫通穴がガイドリング 96 に到達し、基板 20 を通り、基板 20 の反対側でガイドリング 96 から離れるまでの期間に設定されてよい。この設定は、ガイドリング 96 を基板 20 の一部として扱っており、このような構成も本発明の範囲内である。言い換えれば、本発明の範囲内で、貫通穴がガイドリング 96 に達してから離れるまでの期間が、本発明の閉塞期間であってよく、すなわち、流体室が基板により塞がれる期間であってよい。なお、この点は、ガイドリング 96 以外の部材が基板 20 の周囲に存在する場合でも同様に適用される。また、閉塞期間は、上記のようなガイドリング 96 等の部材を考慮せずに、基板 20 のみと貫通穴の重なりに基づいて設定されてもよい。

【0067】

次に、図 7 は、図 5 に示される各期間における噴射制御弁 V1、低流量制御弁 V2 および排出制御弁 V3 の開閉制御を示している。

【0068】

まず、閉塞前期間には、コントローラユニット 28 は、低流量モードを設定する。低流量モードでは、コントローラユニット 28 の制御信号に応答して、噴射制御弁 V1 が閉じ、低流量制御弁 V2 が開く。これにより、副流路 54 を通って

、低流量の純水が供給される。

【0069】

また、閉塞前期間には、コントローラユニット28は、排出制御弁V3を制御して強制排出を制限する。本実施の形態では、排出制御弁V3が閉じるので、強制排出は停止する。

【0070】

次に、閉塞期間が来ると、コントローラユニット28は、噴射モードを設定する。噴射モードでは、コントローラユニット28の制御信号に応答して、噴射制御弁V1が開き、低流量制御弁V2が閉じる。これにより、主流路52を通して、大量の純水が供給され、供給された純水は貫通穴68内に噴出する。なお、本発明の範囲内で、低流量制御弁V2は閉じなくてもよく、この場合も低流量供給と噴射の切替が可能である（以下、同様）。

【0071】

また、閉塞期間には、コントローラユニット28は、排出制御弁V3を制御して強制排出を行わせる。コントローラユニット28の制御信号に応答して排出制御弁V3が開き、ポンプ48を使った強制排出が行われる。

【0072】

次に、閉塞後期間が来ると、コントローラユニット28は、噴射モードから低流量モードへの切替を行う。したがって、噴射制御弁V1が閉じ、低流量制御弁V2が開き、供給量が低下する。

【0073】

また、閉塞後期間には、コントローラユニット28は、閉塞期間での強制排出を継続する。したがって、排出制御弁V3は開いたままであり、ポンプ48を使った強制排出が行われる。

【0074】

図8は、上記の各期間における貫通穴68の状態を示す概念図である。まず、図8の中央の閉塞期間について説明すると、閉塞期間には純水が噴射されるので、大量の純水によって貫通穴68が満たされる。貫通穴68のスラリが純水で希釈され、特に、供給路42の上方は、供給されたばかりの純水が概ね垂直な液柱

を形成して、測定に必要な透明度が確保される。膜厚測定は、この閉塞期間に行われる。すなわち、噴射により生じる水柱の中で、測定光が投光され、反射光が受光される。また、閉塞期間には、貫通穴 68 が基板 20 に塞がれており、さらには、強制排出が行われているので、基板 20 と研磨パッド 18 の表面との隙間への純水の流出量は少なく抑えられる。

【0075】

このようにして、閉塞期間には、純水の流出を抑えつつ、貫通穴 68 内の透明度を確保でき、必要な測定能力が得られる。

【0076】

次に、閉塞後期間には、低流量の純水が貫通穴 68 に供給され、かつ、貫通穴 68 から純水が強制排出される。したがって、概念的には図示の如く貫通穴 68 の一部に純水が残存する。このような制御により、純水の噴出によるスラリの希釈が避けられ、さらに、貫通穴 68 へのスラリの侵入も制限できる。そのため、測定用ファイバ表面、特に、ファイバ端へのスラリ付着を防止できる。

【0077】

この点に関し、閉塞後期間には、測定が行われないので、貫通穴 68 への純水の供給を完全に停止することも考えられる。しかし、スラリが過度に貫通穴 68 に侵入すると、次の閉塞期間で貫通穴 68 にスラリが残り、透明度が落ちる可能性がある。これを避けるために、本実施の形態は、閉塞後期間に低流量の純水を供給しており、貫通穴 68 へのスラリの侵入を好適に制限できる。

【0078】

次に、閉塞前期間について説明すると、閉塞前期間には、低流量の純水の供給は継続されるが、強制排出は停止する。これにより、貫通穴 68 の純水の量が増す。ただし、純水の供給量が少ないので、貫通穴 68 からの純水の流出量は少なく抑えられる。

【0079】

上記のように閉塞前期間には、貫通穴 68 の純水の量が増大し、流体室を純水で概ね満たすことができる。好ましくは、図 8 に示される如く、閉塞前期間に貫通穴 68 が純水で満たされるように、閉塞前期間の長さが設定される。これによ

り、以下の利点を得られる。

【0080】

研磨テーブル12上で貫通穴68が基板20下方に突入する直前には、スラリ溜りが存在する。スラリ溜りは、基板20下方に巻き込まれるべきスラリが基板20の縁に溜まることで生じる。より詳細には、基板20がトップリング14のガイドリング96（図6）に囲まれる構成では、スラリ溜りはガイドリング96の縁に発生する。強制排出が行われると、貫通穴68に空隙がある状態で貫通穴68がスラリ溜りに到達し、その結果、大量のスラリが貫通穴68に流入し、測定性能の低下を招く可能性がある。しかし、本実施の形態では、上述の制御により、スラリ溜りに貫通穴68が到達する前に、貫通穴68の純水の量を増大できるので、貫通穴68がスラリ溜りを通るときの貫通穴68へのスラリの流入量を低減できる。スラリ流入量の低減により、基板20を貫通穴68が通過するときの測定性能の向上が図れる。

【0081】

なお、スラリ溜りの大きさは、スラリおよび研磨パッド等の仕様に依じて異なり、スラリ溜りが殆ど発生しない場合もある。このような場合にも、本実施の形態によれば、貫通穴68が基板20により閉塞される前に貫通穴68の純水を増加させることで、測定性能の向上が図れる。例えば、基板20の下方に貫通穴68が突入するときに巻き込まれる気泡を低減可能である。

【0082】

次に、研磨プロセス終了後の制御について説明する。研磨プロセス終了後は、コントローラユニット28は、低流量モードを設定するとともに、強制排出を停止する。噴射制御弁V1が閉じられ、低流量制御弁V2が開かれ、排出制御弁V3が閉じられる。すなわち、閉塞前期間と同様の制御が行われる。この制御は、好適には、ある基板の研磨が終わってから、次の基板の研磨が開始するまでの期間に行われる。このような制御により、研磨プロセス終了後（基板交換時）に、貫通穴68からの純水の流出を抑えることができ、かつ、貫通穴68へのスラリの侵入も制限できる。

【0083】

また、上述した制御では、研磨テーブルの1回転に一度、上記の一連の制御が行われ、貫通穴68に純水が噴射される。しかし、本発明の範囲内で、複数回の回転に一度、純水が噴射されてもよい。すなわち、N回転に一度、純水が噴射されてよい ($N \geq 2$)。

【0084】

この場合、噴射が行われない周回では、全周（閉塞前期間、閉塞期間および閉塞後期間）において、閉塞後期間と同様に、低流量供給と強制排出が行われてよい。そして、噴射が行われる閉塞期間の直前の閉塞前期間から、次の閉塞後期間まで、図7の制御が実行される。

【0085】

上記の制御は、基板測定を複数周回に一度行う場合に好適に適用される。測定を行う周回に噴射が行われればよい。これにより噴射回数が減り、純水の流出も低減する。

【0086】

また、上記の実施の形態において、閉塞期間は、流量制御の切替タイミングを定める期間である。流量制御の設定においては、閉塞期間の開始時期が、基板と貫通穴が重なり始める時期と正確に一致する必要はない。同様に、閉塞期間の終了時期も、基板と貫通穴の重なりが終わる時期と正確に一致する必要はない。図6のガイドリングを考慮した期間設定も、基板と貫通穴の重なり期間に閉塞期間が正確に一致しない設定の例といえることができる。さらには、噴射制御弁V1、低流量制御弁V2および排出制御弁V3の切替時期が正確に同一でなくてもよい。

【0087】

また、既に説明したように、上記の制御の変形例では、噴射モードで測定用流体を噴射するときに、低流量制御弁V2は閉じなくてもよい。すなわち、低流量制御弁V2は、低流量供給時も噴射時も開いていてもよく、この制御でも低流量供給と噴射の切替が可能である。この観点では、低流量制御弁V2が廃止されてもよい。

【0088】

また、本実施の形態は、流体室への流体供給手段として、主流路 52 および副流路 54 からなる並列部分 50 を用いたが、流体の流量を任意の値に可変に設定、供給できる流量コントロール弁を介するように供給路 42 を構成してもよい。

【0089】

以上に、本発明の好適な実施の形態を説明した。本実施の形態は、本発明の範囲内で当業者が変形可能なことはもちろんである。例えば、測定用流体は純水に限定されない。

【0090】

【発明の効果】

上述したように、本発明によれば、流体室と基板の位置関係に応じて、流体室への測定用流体の供給が制御されるので、測定能力が確保される範囲で流体供給を制限することができる。したがって、測定用流体の流出を低減し、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

【0091】

また、本発明によれば、流体室が基板に閉塞されない非閉塞期間に、低流量の測定用流体が流体室に供給され、これにより、非閉塞期間における測定用流体の流出を抑えつつ、流体室へのスラリの侵入を制限できる。

【0092】

さらに、本発明によれば、測定用流体の供給とともに強制排出を制御することにより、流体室から研磨パッド表面への測定用流体の流出を適切に抑えられ、流出量をさらに低減できる。また、本発明では、閉塞前期間に強制排出が制限され、これにより、流体室の測定用流体を増大し、流体室が基板下方に突入する直前のスラリ溜り通過時のスラリ流入量を低減し、測定性能を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態に係る基板研磨装置を示す図である。

【図 2】

図 1 の基板研磨装置に備えられるセンサの構成例を示す図である。

【図 3】

図 1 の基板研磨装置が備えられる基板処理装置を示す図である。

【図 4】

図 1 の基板研磨装置における測定用流体の供給および排出の制御のための構成を示す図である。

【図 5】

図 1 の基板研磨装置における基板と研磨テーブルの貫通穴との位置関係を示す図である。

【図 6】

基板を支持するトップリングの構成を示す図である。

【図 7】

図 4 の構成による測定用流体の供給および排出の制御を示す図である。

【図 8】

図 7 の制御下での研磨テーブルの貫通穴内の流体量の変化を示す図である。

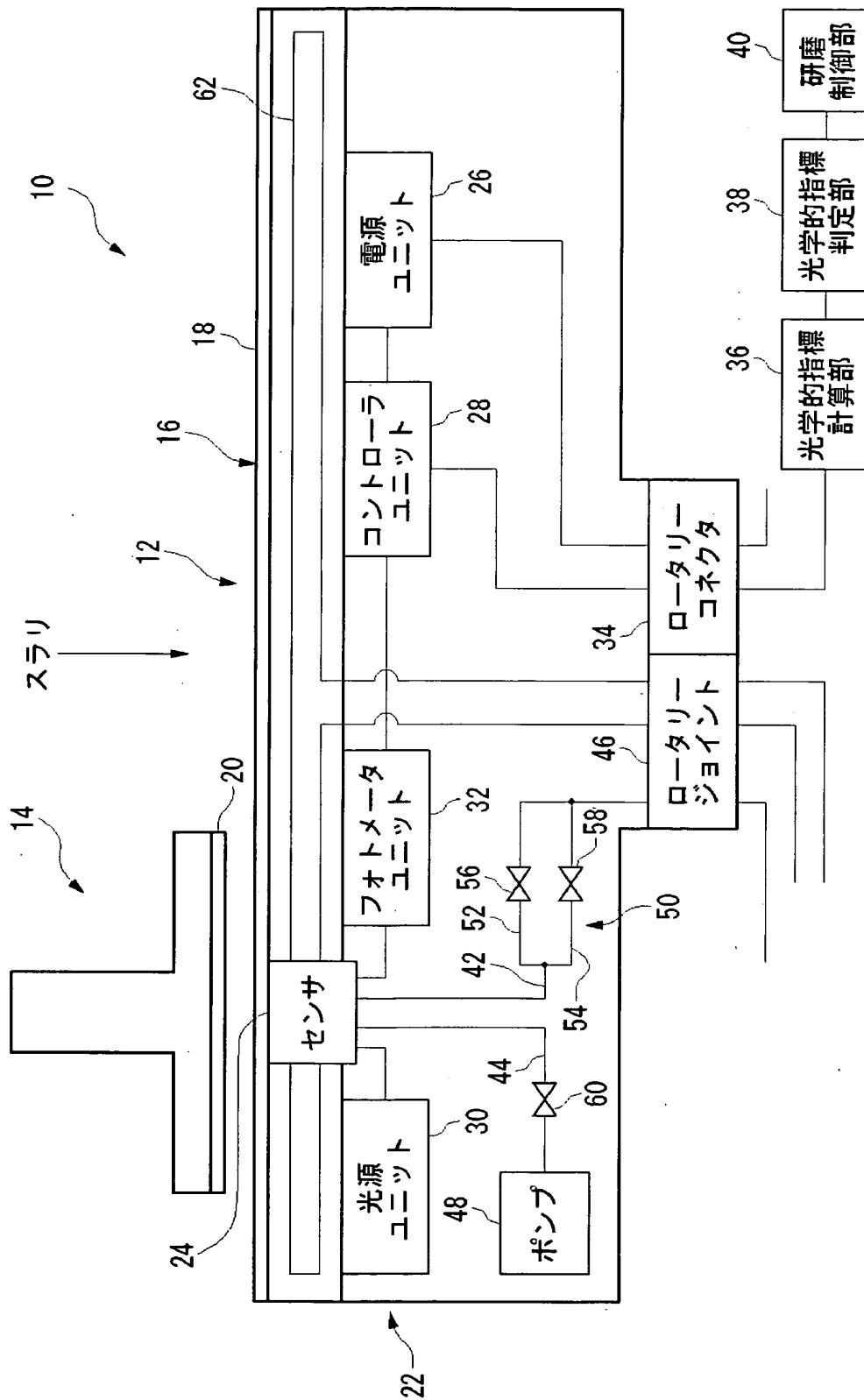
【符号の説明】

- 1 0 基板研磨装置
- 1 2 研磨テーブル
- 1 4 トップリング
- 1 5 ドレッサ
- 1 6 研磨面
- 1 8 研磨パッド
- 2 0 基板
- 2 2 膜厚測定装置
- 2 4 センサ
- 2 6 電源ユニット
- 2 8 コントローラユニット
- 3 0 光源ユニット
- 3 2 フォトメータユニット
- 3 4 ロータリーコネクタ
- 3 6 光学的指標計算部

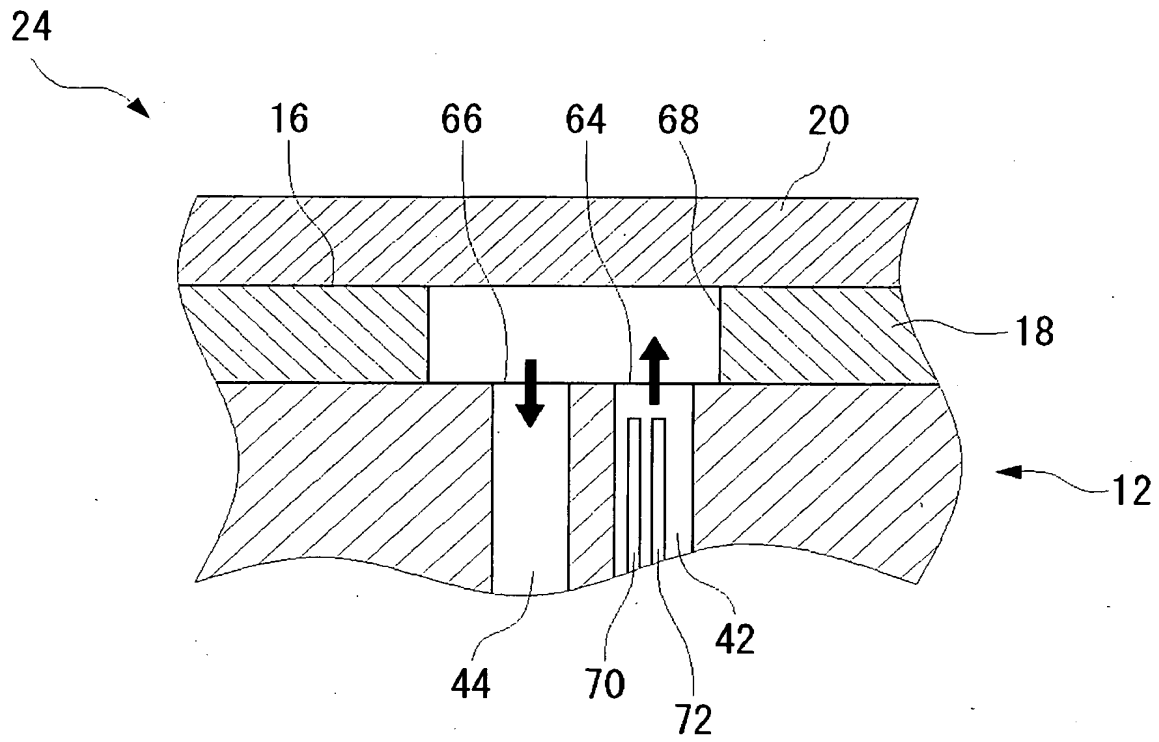
3 8 光学的指標判定部
4 0 研磨制御部
4 2 供給路
4 4 排出路
4 6 ロータリジョイント
4 8 ポンプ
5 0 並列部分
5 2 主流路
5 4 副流路
5 6, 5 8 供給制御弁
6 0 排出制御弁
6 2 ウォータージャケット
6 4 供給口
6 6 排出口
6 8 貫通穴
7 0 投光用光ファイバ
7 2 受光用光ファイバ
8 0 基板処理装置
8 2 基板カセット保持部
8 4 基板移動装置
8 6 洗浄室
8 8 作業用窓
9 0 ノズル
9 2 オリフィス
9 4 回転角センサ
9 6 ガイドリング
V 1 噴射制御弁
V 2 低流量制御弁
V 3 排出制御弁

【書類名】 図面

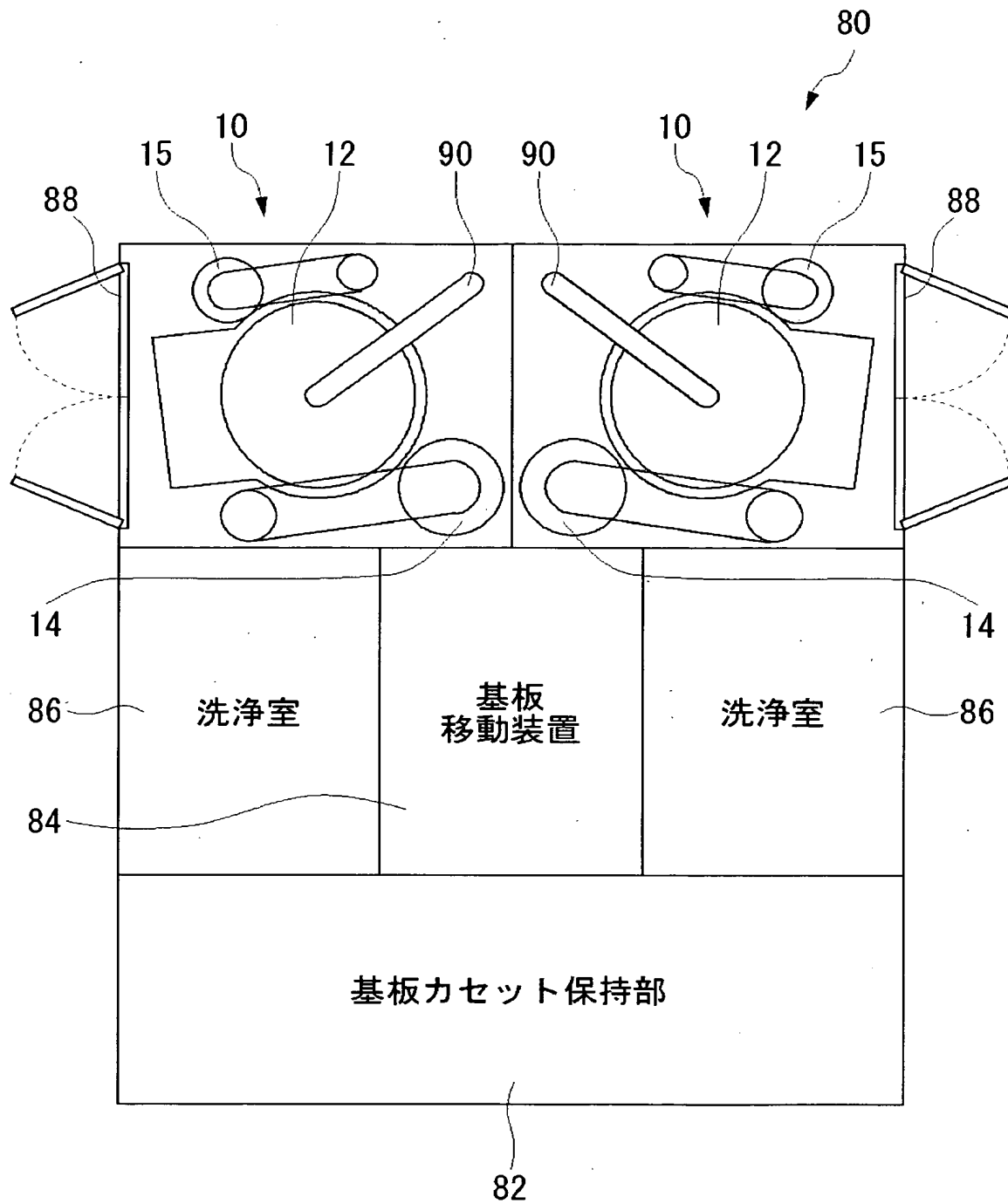
【図 1】



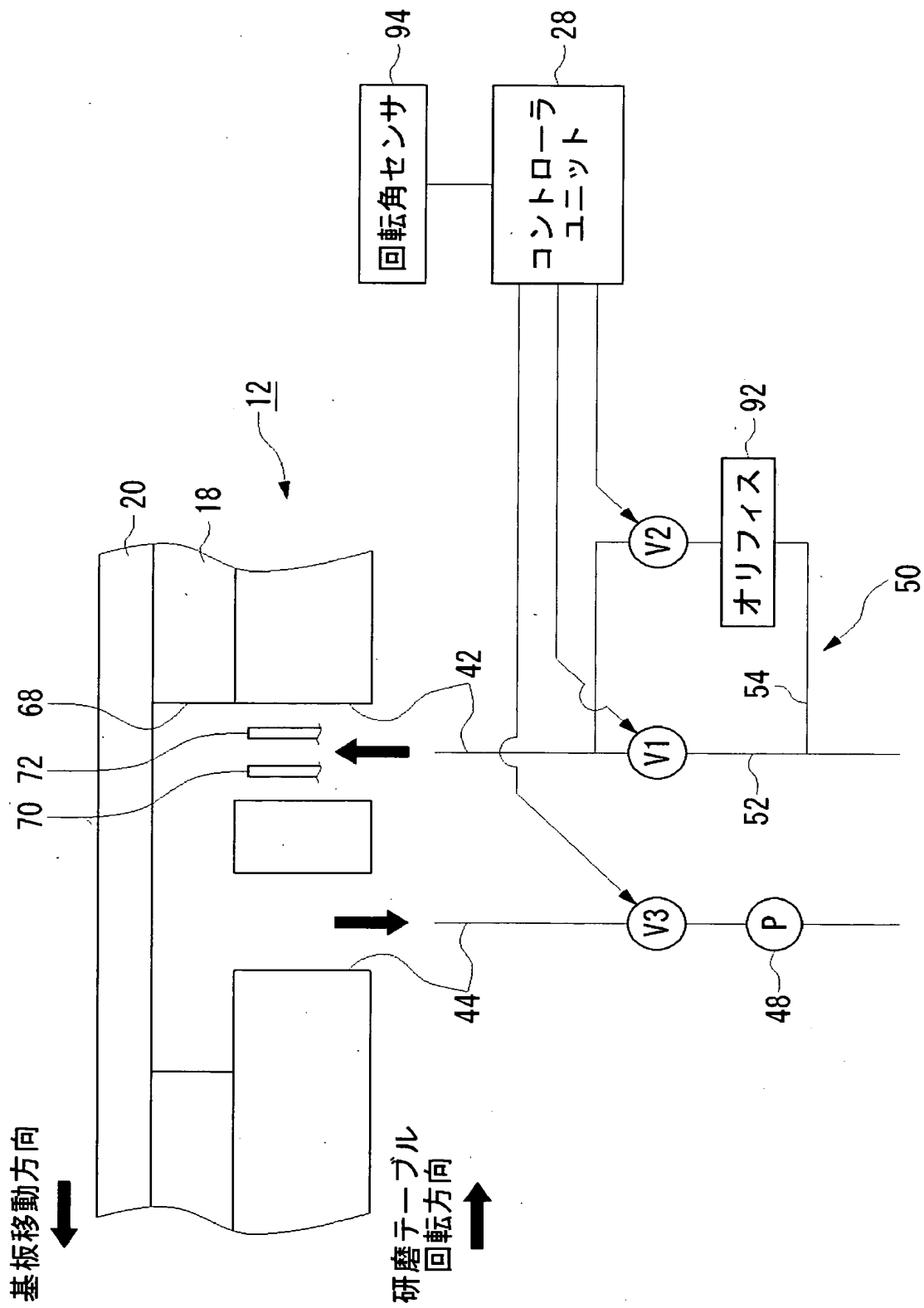
【図 2】



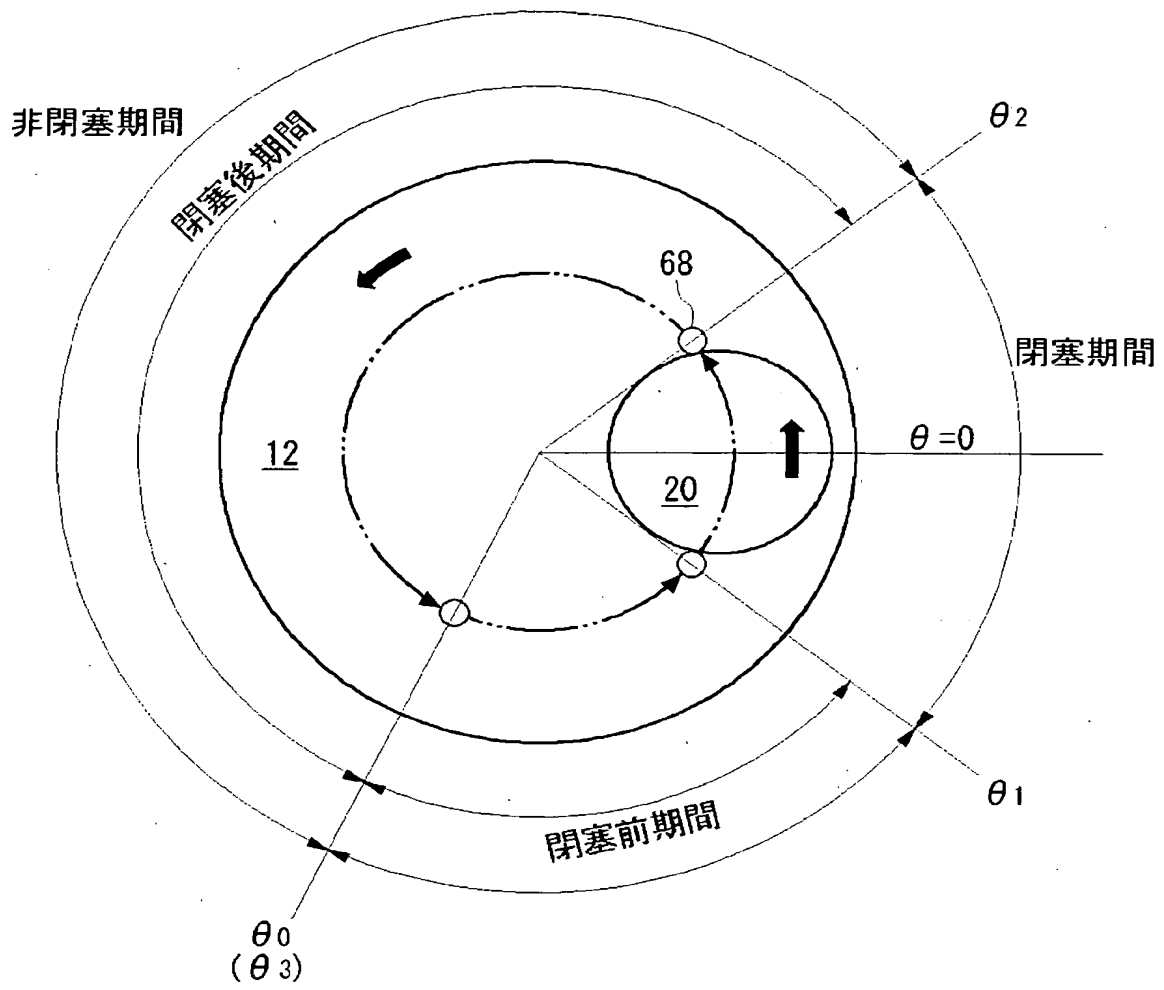
【図 3】



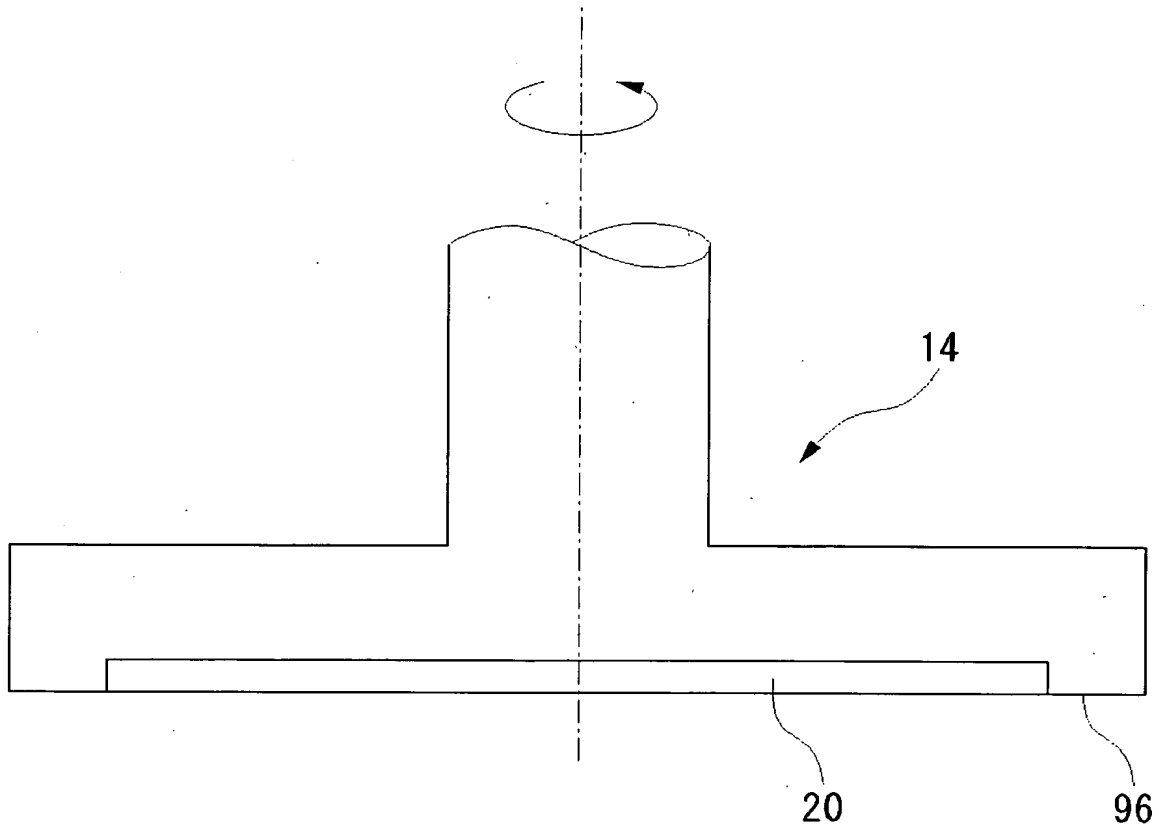
【図 4】



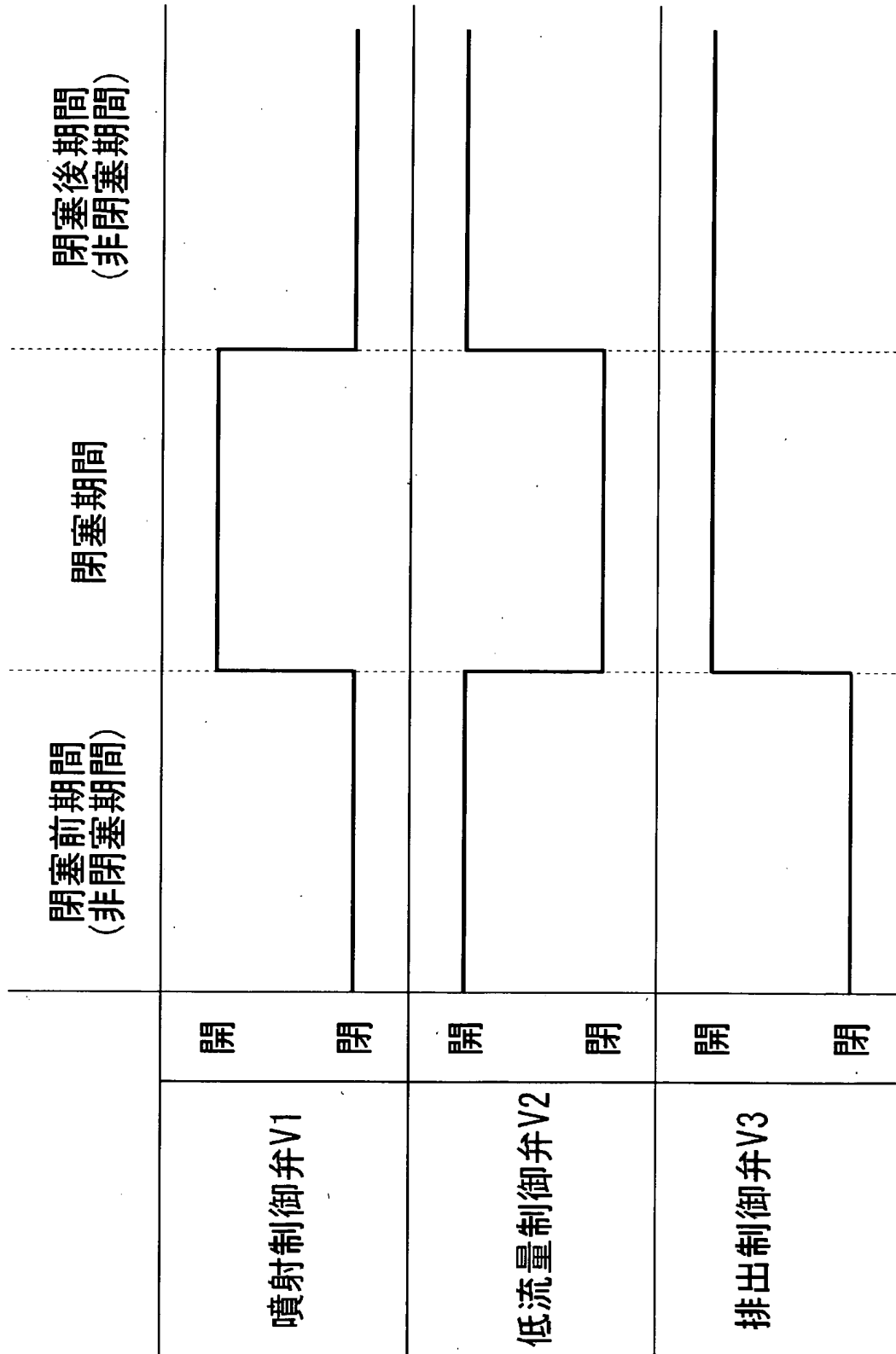
【図 5】



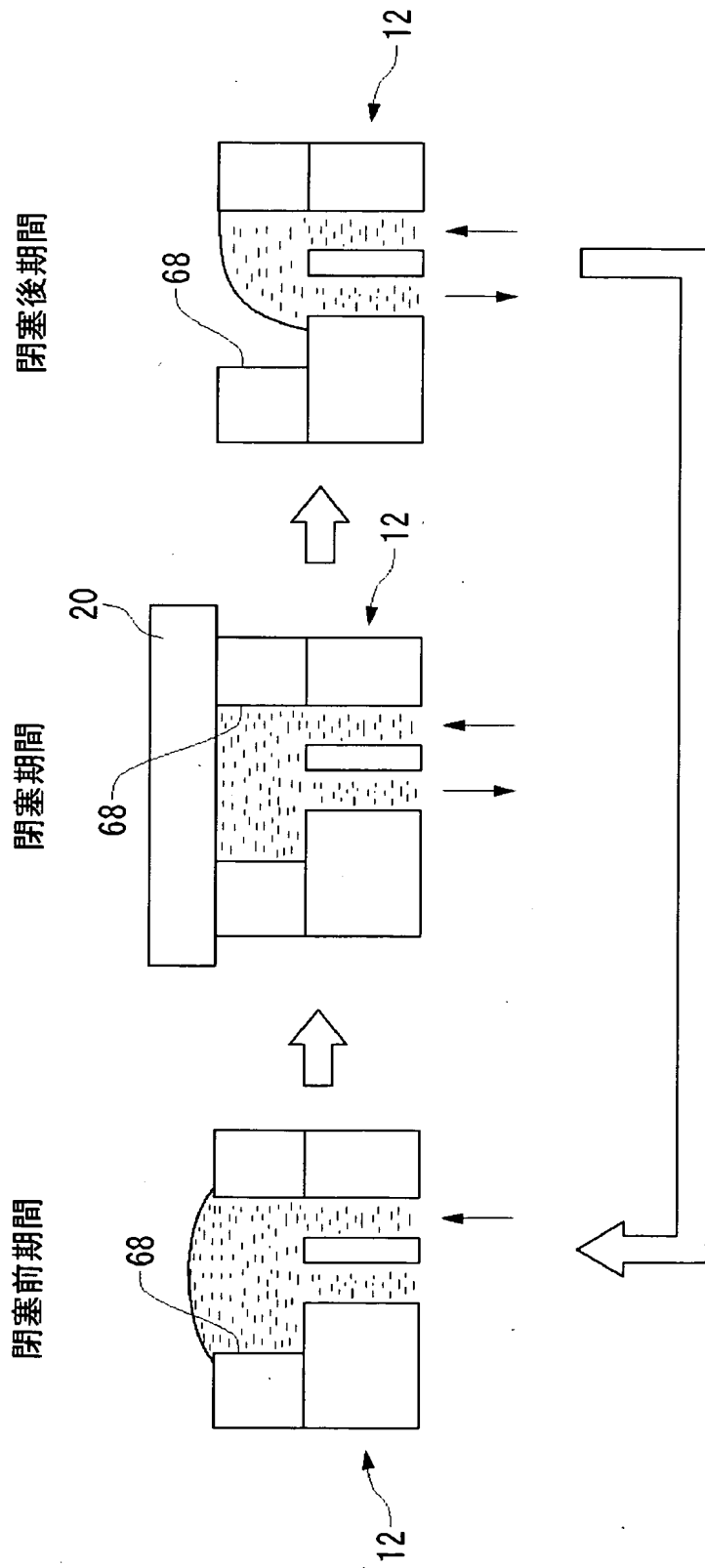
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 測定用流体の流出による研磨性能への影響を低減する。

【解決手段】 基板の膜測定のために、研磨テーブル 1 2 の貫通穴 6 8 から基板 2 0 に測定光が投光され、基板 2 0 から反射光が受光される。流体室である貫通穴 6 8 には、測定用流体としての純水が供給され、純水を通して測定光が投光される。貫通穴 6 8 への純水の供給は、貫通穴 6 8 と基板 2 0 の位置関係に応じて制御される。貫通穴 6 8 が基板 2 0 に塞がれる閉塞期間には、噴射制御弁 V 1 が開き、貫通穴 6 8 に純水が噴射され、非閉塞期間には、低流量制御弁 V 2 が開き、低流量の純水が貫通穴に 6 8 に供給される。さらに、貫通穴 6 8 からの流体の強制排出も、貫通穴 6 8 と基板 2 0 の位置関係に応じて制御される。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 3 - 1 4 3 5 2 6

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 2 3 9]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
氏 名 株式会社荏原製作所
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 2 3 日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
氏 名 株式会社荏原製作所

特願 2003-143526

出願人履歴情報

識別番号

[000001993]

1. 変更年月日
[変更理由]

2003年 5月16日

名称変更

住所変更

住 所
氏 名

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
株式会社島津製作所